

УЎК: 629.454.2

ЙЎЛОВЧИ ВАГОНЛАРИНИНГ ОСТКИ ҚИСМИНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ УЧУН ҚўЛЛАНАДИГАН ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАРНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ ВА ИШЛАБ ЧИҚАРИШ УСЛУБАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

Рузметов Ядгор Озодович

тех.ф.н., доцент, Халқаро ҳамкорлик бўйича проректор

Зайниддинов Олмос Ирикович

«Вагонлар ва вагон хўжалиги» кафедраси ассистенти

Валиев Мухаммад Шералиевич

тех.ф.н., доцент, «Электромеханика» факультети декан ўринбосари

Тошкент темир йўл муҳандислари институти

Аннотация. Ушбу мақолада эпоксид матрицага асосланган полимер композит материал олиш усули баён этилган. Композит комплекс механик ва технологик синовлардан ўтказилган. Композитни ташкил этувчи компонентлар мос бўлиши ва эритилмаслиги ёки бир-бирига сингиб кетиши керак деб тахмин қилинади. Композит материаллар таркибий қисмлардан алоҳида бўлиши мумкин бўлмаган хусусиятларга эга бўлиши керак. Фақатгина ушбу шароитда уларнинг таркибида уларни ишлатиши имконияти мавжуд бўлади. Полимер материаллар композитларга ҳам тааллуқлидир, чунки асосий компонент (полимер)га қўшимча равишда турли пломба моддалар, бўёқлар ва бошқа моддалар ишлатилади. Полимерлар – макромолекуляр бир хил тузилишидаги элементар бирликдан иборат бўлган моддалар ҳисобланади. Полимернинг кимёвий таркиби ушбу таркибий бирлик томонидан ифодаланади ва макромолекуляр занжирдаги ураниш сони полимерлаш даражаси деб аталади. Композит материаллар турли тўлдирувчи моддалар билан эпоксид матрица асосида комплекс механик синовдан ўтказилди. Биргалликда ишлатиладиган пахта ва шиша толалари билан мустаҳкамланган полимер композит материалларнинг намуналари механик ва технологик хусусиятларига кўра энг юқори қисмга эга эканлиги аниқланди. Механик ва технологик хусусиятларни таҳлил қилиш асосида, полимер композит материаллардан йўловчи вагонларининг остки қопламаларини пахта ва шиша толалари билан мустаҳкамланган эпоксид матрица асосида тайёрлаш тавсия этилади.

Таянч тушунчалар: полимер композит материаллар, босим усули, матрица, тўлдирувчи моддалар, механик хусусиятлар.

СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НАСТИЛА ПОЛА ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Рузметов Ядгор Озодович

к.тех.н., доцент, Проректор по международному сотрудничеству

Зайниддинов Олмос Ирикович

ассистент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»

Валиев Мухаммад Шералиевич

к.тех.н., доцент, заместитель декана факультета «Электромеханика»

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Аннотация. В данной статье описан способ получения полимерного композитного материала на основе эпоксидной матрицы. Проведены комплексные механические и технологические испытания композита. Предполагается, что составляющие компоненты должны соответствовать, не растворяться или впитывать друг друга. Композитные материалы должны обладать свойствами, которые не могут быть отделены от компонентов. Только в этих условиях будет возможность их использования в таком составе.

Полимерные материалы также относятся к композитам, так как в дополнение к основному компоненту (полимеру) используются различные наполнители, красители и другие вещества. Полимеры – это вещества, состоящие из элементарной единицы в той же структуре, что и макромолекулярные. Химический состав полимера выражается этим структурным подразделением, а число соединений в макромолекулярной цепочке называется степенью полимеризации. Проведено комплексное механическое испытание составных материалов на основе эпоксидной матрицы с различными наполнителями. Было обнаружено, что образцы полимерных композитных материалов, укрепленных вместе надувными хлопчатобумажными и стекловолоконными волокнами, имеют наивысшие механические и технологические свойства. На основе анализа механических и технологических свойств рекомендуется изготавливать подкладки пассажирских вагонов из полимерных композитных материалов на основе эпоксидной матрицы, армированной хлопком и стек-ловолокном.

Ключевые слова: полимерный композиционный материал, способ прессования, матрица, наполнители, механические свойства.

METHODS FOR IMPROVEMENT AND MANUFACTURE OF MODERN POLYMER COMPOSITE MATERIALS FOR FLOORING THE PASSENGER CARRIAGES

Ruzmetov Yadgor Ozodovich

PhD, Associate Professor, Vice-rector for international cooperation

Zainiddinov Olmos Irikovich

Assistant of the Department «Wagons and wagon equipment»

Valiev Muhammad Sheralievich

PhD, Associate Professor, Deputy Dean of the Electromechanical faculty

Tashkent railway engineering institute

Annotation. The article describes a method for producing a polymer composite material based on an epoxy matrix. Complex mechanical and technological tests of the composite were carried out. It is assumed that the constituent components must conform and not dissolve or absorb into each other. Composite materials should have the properties that cannot be separated from the components. Only under these conditions will they be able to be used. Polymer materials also belong to composites, since in addition to the main component (polymer), various fillers, dyes and other substances are used. Polymers are substances consisting of an elementary unit in the same structure as macromolecular ones. The chemical composition of the polymer is expressed by this structural unit, and the number of compounds in the macromolecular chain is called the degree of polymerization. A complex mechanical testing of composite materials based on epoxy matrix with different fillers. It was found that the samples of polymer composite materials, reinforced together with inflatable cotton and fiberglass fibers, have the highest mechanical and technological properties. Based on the analysis of mechanical and technological properties, it is recommended to make linings of passenger carriages made from polymeric composite materials on the basis of the epoxy matrix reinforced with cotton and fiberglass.

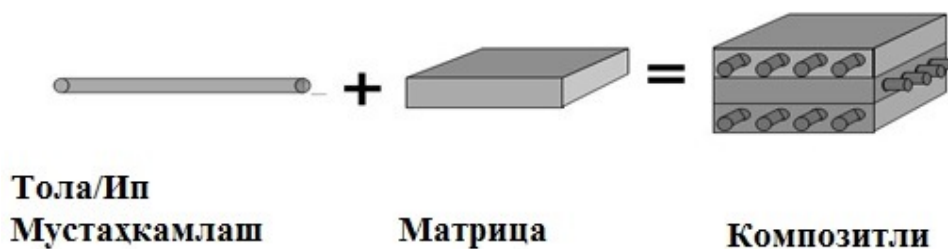
Key words: polymer composite material, pressing method, matrix, fillers, mechanical properties.

Кириш

Айни вақтда жаҳон ҳамжамиятининг деярли барча мамлакатларида темир йўл транспортининг рақобатбардошлиги ва самарадорлигини оширишга қаратилган чора-тадбирлар кўрилмоқда. Полимер композит материаллардан (йўловчи ва юк ташиш таркибида) ишлаб чиқаришда кенг фойдаланилади. Бунда вагон-

лар оғирлиги камаяди, иш фаолияти ва чидамлилиги ошади, харажатлари пасаяди.

Композит материаллар икки ёки ундан ортиқ қисмлар (мустаҳкамловчи элементлар ва уларни ушлаб турадиган матрица)дан ташкил топган ва таркибий қисмларнинг умумий миқдоридан фарқ қилувчи хусусиятларга эга материаллардир (1-расм).



1-расм. Материалларнинг таркиби

Композит материаллар бирлаштирувчи компонент (матрица)дан ва мустаҳкамловчи материаллардан иборат. Ҳаракат таркибидаги матрицадан фойдаланишдан асосий мақсад монолитик материал яратишдир. Мажбурий мустаҳкамловчи пломбани бирлаштирувчи матрица композитнинг ташиш имкониятини таъминлашга қаратилган. Пломба моддалар полимерларга полимер материаллар ҳосил қилиш учун киритилади. Натижада улар материалнинг мустаҳкамлигини таъминлайди.

Вагонларнинг ёғочдан тайёрланган қисмларида қуйидаги носозликлар бўлиши мумкин [1, 2]:

- ёғоч қисмлар заифлашган ёки дарз кетган;
- деталь қисмларининг ён томонлари едирилган, ўйиқ ва кичкина тешиқлар юзага келган ва ҳ.к.

Ушбу тадқиқотнинг мақсади полимер композицион материалларни темир йўл транспорт воситаларининг ёғоч плиталари билан алмаштириш йўллари йўрганишдир [3, 4, 5].

Асосий қисм

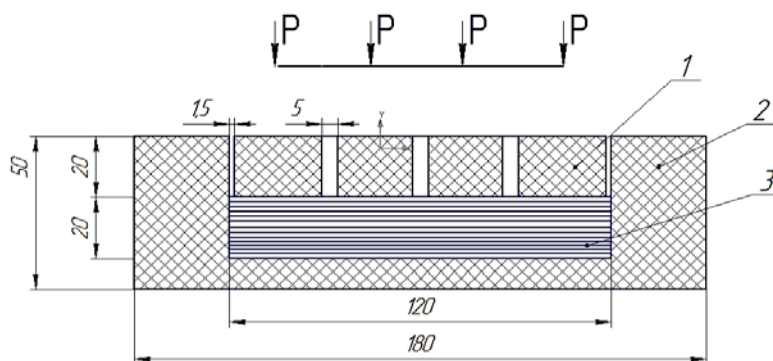
Тадқиқот материаллари ва методлари

Тажриба синов натижасида композиция-

ни шаклан босиш усули қўлланилган. Матрицани боғловчи суюқлантирувчи сифатида эса 10587-84 Давлат стандартига мувофиқ ЭД-20 русумдаги эпосидли суюқлик, қотирувчи сифатида «Пепа» номли полиэтилен-полиамин қотиргичи ишлатилган. Ранг бериш мақсадида спирт асосли гель пастасидан фойдаланилган.

Эпоксид суюқлиги ва қотирувчини қўллаш кенг миқёсда амалга оширилган бўлиб, у, асосан, таркиби ва модданинг хусусиятларига боғлиқ. Ёпишқоқликка эришиш учун эпоксид суюқлигини қотиргич билан аралаштириш натижасида ҳона ҳарорати 1:10 нисбатга бўлинади. Шунингдек, шиша тола билан бирга пахта толаларидан ҳам фойдаланилади. Композицияни босиш шакли 120 × 120 × 15 мм ички ўлчовларга эга. Шаклни лойиҳалаш учун ён деворлари пастки винтлар билан бириктирилади [6, 7, 8].

Босим – уларга босим таъсири остида материалларнинг пластик деформацияси ва маҳсулотнинг шаклини кейинги шаклда жойлаштирган полимер материаллардан тайёрланган маҳсулотларни ишлаб чиқаришнинг технологик жараёни учун ишлатилган (2-расм) [9, 10, 11].



1 – қопқоқ билан босим бериш; 2 – шакл; 3 – қуйма композит
2-расм. Композитларга совуқ босим билан ишлов берилиши

Қуйилган намуналарни босиш учун 8 килограмм оғирлик ишлатилган. Композитни босим остида тўлиқ полимерлаштириш вақти 24 соатни ташкил этди [12, 13, 14].

Механик синов учун намуналарни тайёрлашда 124 × 34 × 14 ўлчамдаги текислаш

мосламасидан фойдаланилган, сўнгра 120 × 30 × 10 ўлчамда силлиқлаш орқали композитни кесиш билан амалга оширилган (3-расм). 26277-84 Давлат стандарти композитларни майдалаш ва намуналарни қайта ишлаш учун қўлланилган [15, 16].



3-расм. Ўзгаришлардан сўнг намуналарнинг кўриниши

Композит материаллар 25.601-80 (ISOR 527) ва 11262-80 Давлат стандарти талабига жавоб бериши ҳамда чўзилишда 25.604-82 Давлат стандартига кўра мослашувчан полимер матрица (композитлар) ёрдамида эгишда қўлланилган. Эпоксид композит намуналар-

нинг барча турдаги синовлари стандарт ускунадан фойдаланиб, 18-20 °С ҳароратда амалга оширилди [17, 18, 19].

Синалган намуналарнинг физик-механик кўрсаткичлари 1-3 жадвалларда келтирилган.

1-жадвал

Синовдан ўтган намуналарнинг физик-механик хусусиятлари

Тўлдирувчиларни кучайтириш	Зичлик, г/см ³	Босиш кучи, МПа	Букиш кучи, МПа	Нисбий чўзиш, %	Брюнель бўйича қаттиқлик, НВ	Чўзиш ва чидамлилик, г/см ²	Қаттиқлашиш ва қисқариш %	Ишлаш ҳарорати, °С
Пахта толаси								
1	1,2	65	227	1,8	36	1,3	1,3	- 40 +130
2		66	229					
3		67	225					
Пахта толаси ва шиша толалари								
1	1,3	118	397	2,7	35	1,2	1,5	- 40 +140
2		119	412					
3		117	410					
Пахта ва шиша толалари								
1	1,2	110	265	2,2	34	1,0	1,0	- 40 +130
2		100	287					
3		106	290					

Эпоксид композит материалларнинг физик ва механик хусусиятларини турли материаллар билан таққослаш

Хусусиятлар	Материаллар						
	Ст3	Пўлат маркаси 45	Д16	АМгб	Композитив материаллар эволюцияси	Фанерали металл	Эпоксид таркиби
Зичлик, г/см ³	7,8	7,8	2,8	2,6	1,6	0,55	1,5
Босиш кучи, МПа	125	220	270	147	138	85	100
Букиш кучи, МПа	140	275	270	148	102	80	195
Ишлаш харорати, °С	- 50 +40 0	- 50 +400	- 40 +250	- 40 +220	- 40 +110	- 40 +140	- 40 +140
Қаттиқлик, НВ	200	200	105	65	37	12	36
Чўзиш, %	5	14	16	19	4,0	5,2	4,5

Пахта толалари асосида синалган намуналарнинг физик-механик хусусиятлари

Тўлдирувчиларни кучайтириш	Зичлик, г/см ³	Босиш кучи, МПа	Букиш кучи, МПа	Нисбий чўзиш, %	Брюнель бўйича қаттиқлик НВ	Чўзиш ва чидамлилик, г/см ²	Қаттиқлашиш ва қисқариш %	Ишлаш харорати, °С
Пахта толаси								
1	1,2	65	227	1,8	36	1,3	1,3	- 40 +130
2		66	229					
3		67	225					
Пахта толаси ва шиша толалари								
1	1,3	118	397	2,7	35	1,2	1,5	- 40 +140
2		119	412					
3		117	410					
Пахта ва шиша толалари								
1	1,2	110	265	2,2	34	1,0	1,0	- 40 +130
2		100	287					
3		106	290					

Матрицани тўлдириш ва композицион материалнинг механик хусусиятлари ўртасидаги муносабат 4-жадвалда келтирил-

ган зарар турлари билан боғлиқ. Жадвалда келтирилган маълумотларга асосланган ҳолда, шиша толали ва пахта толали матолар билан

мустаҳкамланган композит материалларнинг йўқ қилиниш табиати шишасимон шикастланиш деб тавсифланади.

Қаттиқ пахта барглари билан мустаҳкамланган намуналар ўртача сиғимга эга бўлиб, $\sigma_u = 66$ МПа (3-жадвал) ва намуналарнинг мураккаб хусусияти ўзгаради. Шунинг

таъкидлаш керакки, мато сифатида яхши пахта тўлдирилганлиги сабабли пахта матоларини тўлдирувчи сифатида ишлатиш технологик жиҳатдан кенг қўланади. Аммо матонинг шикастланишга мойиллиги сабабли, пахта шаклини кўзда тутилган мақсадлар учун алоҳида тўлдирувчи сифатида тавсия этилмайди.

4-жадвал

Композит материаллар намуналари бузилишининг одатий турлари

Юкланиш турлари	Материаллар	Синовдан кейинги намуналар	Баҳо
2	3	4	5
 <p>Тишлар</p>	Шиша толали		+
	Шиадан ташкил топган тўқима		+
	Шиша		-
	Тозаланган пахта		-
	Шиша толали + Тозаланган пахта		+
	Шиша толали		+
	Шиадан ташкил топган тўқима		+
Шиша		-	

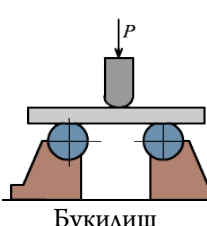





Ўрганилаётган композит материаллар орасида энг юқори механик хусусиятлар комплекси бир вақтнинг ўзида пахта ва шиша толали матолар билан мустаҳкамланган намуналарини кўрсатади (3-жадвал). Пахта ва шиша толалари билан мустаҳкамланган намуналар (материалларнинг нисбати 50% гача) пахта ва шиша матолар билан мустаҳкамланган намуналарга нисбатан юқори механик хусусиятларни намоён қилади. Пахта матосидан олинган намуналарнинг ўртача миқдори $\sigma_y = 100$

МРа (3-жадвал) ни ташкил этиб, намуналарни йўқ қилишнинг тури кўпроқ ёпишқоқ хусусиятларга эга (4-жадвал).

Демак, полимер намуналари макро-структурасини ўрганиш натижалари шуни кўрсатдики, механик юкларни жойлаштириш жараёнида қаттиқлаштирилган полимер матрица бутунлай нобуд бўлиши, яъни пластик билан деформацияланиши мумкин. Тўлдирувчи пломба ёрдамида шиша билан мустаҳкамланган намуналар юқори эгилувчанлик ва кучга эга бўлади.

5-жадвал

Композит материалларнинг синовдан ўтган намуналари

Юкланиш турлари	Материаллар	Синовдан кейинги намуналар	Баҳо
2	3	4	5
 <p>Букилиш</p>	Шиша толали		+
	Шишадан ташкил топган тўқима		+
	Шиша		-
	Тозаланган пахта		-
	Шиша толали + Тозаланган пахта		+

Вагоннинг остки қисми майдонини ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$S_{\text{П}} = L_{\text{ВН}} \cdot B_{\text{ВН}}$$

бу ерда S_p – вагоннинг остки қисми майдони, м^2 ;

$L_{\text{ВН}}$ – кузов ичининг узунлиги, м;

$B_{\text{ВН}}$ – кузов ичининг кенглиги, м.

$$S_p = 23,540 \cdot 3,045 = 71,7$$

Бир марта ётқизиладиган материалларнинг умумий майдонини ҳисоблаш: 71,7 м^2 .

Вагон сонига ёғоч фанерасининг истеъмол қилиш миқдори:

$$25\,000 \cdot 71,7 = 1\,792\,500 \text{ сўм.}$$

Композит материалнинг нархи бир вагон сарф миқдори:

50,000-171,7 = 3,585,000 сўм.

Демак, битта вагонни жиҳозлаш учун материалнинг умумий истеъмоли қуйидагилардан иборат бўлади: қоплама ёғоч – 1792 500 сўм, композицион материал – 3 585 000 сўм.

Вагоннинг хизмат муддати учун барча турдаги капитал таъмирлаш жараёнида бир вагонга кетадиган фанералар ҳисоби:

$1\ 792\ 500 \cdot 6 = 10\ 755\ 000$ сўм.

Композит қатламларнинг массив ишлаб чиқариш қисми (йилига 800 та вагон). Уларнинг нарҳини сезиларли даражада қисқартириш керак, чунки у технологик жараёнларни механизациялаштириш ва қўл меҳнатини қисқартириш учун мўлжалланган. Бундан ташқари, хомашёнинг катта миқдордаги харидлари хомашё нарҳини анча камайтиради. Ишлаш шароитидан келиб чиққан ҳолда, вагонларнинг остки қисмига ётқизиш учун

эпоксид-композицион материалнинг хизмат қилиш муддати 50 йил муддатгача узайтирилади.

Хулоса

Композит материалларни турли тўлдирувчи моддалар билан эпоксид матрица асосида комплекс механик синовдан ўтказилди. Биргаликда шилатиладиган пахта ва шиша толалари билан мустаҳкамланган полимер композит материалларнинг намуналари механик ва технологик хусусиятларининг энг юқори қисмига эга эканлиги аниқланди. Механик ва технологик хусусиятларни таҳлил қилиш асосида, полимер композит материаллардан йўловчи вагонларининг остки қопламаларини пахта ва шиша толалари билан мустаҳкамланган эпоксид матрица асосида тайёрлаш тавсия этилади.

Манба ва адабиётлар

1. Murrell J., Briggs P. *Developments in the fire testing and certification of composites used in railway and marine applications.* / *Polymer composites.* – 2008. – V.5 – P.1-11.
2. Luigi N.M., Murrell C.J. *Polymer matrix composites guidelines for characterization of structural materials* / *Science: Structural materials*, 2002. – 586 p.
3. Kiryukhin D.P., Kichigina G.A. *Creation of new fluorine-containing fiberglass plastics based on fiberglass fillers and solutions of low molecular weight polymers (telomeres) of tetrafluoroethylene* / *New generation materials for civil industry.* – M.: 2015. – Issue. 5 – P. 1-19.
4. Pat. NO. 2245477 *Of the Russian Federation, MCIS F M 35/10. Fiberglass reinforcing woven filler of glass-polymer composite materials* / V. Barelko, N. Smirnov (Russia). *Bul.* № 3, Priority 27.01.2005, № 38752 A/53 (Russia). – 7 sec : Il.
5. Mikhailin Yu. *Structural polymer composites – 2-nd ed.* – M.: SPb-Izdat, 2008. – 822 p.
6. Mukhametov R.R., Akhmadieva K.R. *New polymeric binders for promising methods of manufacturing structural fibrous PCM: studies. manual for universities* – M.: *Aviation materials and technologies*, 2011. – 142 p.
7. Fedoseev M.S., Devyaterikov D.M., *Synthesis and properties of polymers obtained by curing of epoxy oligomers of different functionality by etilendiamin anhydride* / *Chemical technology.* Issue. 14. – M., 2013. – P. 739-744.
8. Moshinsky L.M. *Epoxy resins and hardeners: textbook – 2-nd ed.* – M.: Arcadia press-Published, 1995. – 370 p.
9. Gunyaev G.M., Krivonos V.V. *Polymer composite materials in aircraft structures* / *Conversion in mechanical engineering.* Issue. 4. – M., 2004. – P. 65-69.
10. Golovkin G.S. *Design of technological processes of production of products from polymeric materials: textbook.* – M.: *Chemistry, Colossus*, 2007. – 399 p.
11. Jovner N.Ah., Avner N., Chirkov I. *Structure and properties of elastomer-based materials: studies. aid.* – M.: *Vyatgu-Omsk*, 2003. – 276 p.
12. Makarov V.G. *Captainaruto Industrial thermoplastics V.B.* / *Reference book.* – M.: *Chemistry, Koloss*, 2003. – 205 p.
13. Makarov V.G., *Captainaruto V.B.* – M.: *Chemistry-Ear*, 2003. – 208 p.
14. Mikhailin Yu. *Fibrous polymeric materials in engineering – 4-th ed.* – M.: SPb-NOT, 2013. – 720 p.
15. Mikhailin, Yu. *Structural polymer composite materials: textbook – 3-rd ed.* – M.: SPb-NOT, 2010. – 822 p.

16. Berlin A.A. *Polymer composite materials: structure, properties, technology: studies, manual for schools – 1st ed.* – М.: SPb: Profession, 2009. – 560 p.
17. Kryzhanovsky V.K. *Production of products from polymeric materials: studies. manual for schools. – 5th ed.* – М.: SPb-Profession, 2004. – 464 p.
18. Semchikov Yu.D. *High-Molecular compound polymers: textbook for universities. – 2-nd ed.* – М.: Academy, 2003. – 368 p.
19. Kryzhanovsky V.K. *Technical properties of polymeric materials: educational and reference manual. – 2nd ed.* – М.: SPb-Profession, 2005. – 248 p.

Тақризчи:

Зайниддинов Н.С., тех.ф.д., “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ, Саноат фаолиятини ташкил этиш ва назорати бошқармаси бош муҳандиси